

УДК 004.415.2.031.43:004.021/.023:612.081.2/.087:681.533.34:612.122.1

Д. Щербина, Є. Яворська канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРАХУНКУ ТА ВВЕДЕННЯ ІНСУЛІНУ В СИСТЕМАХ ТРИВАЛОГО МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ

D. Shcherbina, E. Yavorska

AUTOMATED COUNTING AND INJECTION OF INSULIN IN CONTINUOUS GLUCOSE MONITORING SYSTEMS

Цукровий діабет (ЦД) – хронічне ендокринно-обмінне захворювання, обумовлене дією ендегенних (генетичних) та екзогенних факторів, з абсолютною чи відносною недостатністю інсуліну, що веде до порушення всіх видів обміну речовин.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я у 2012 році хворих на цукровий діабет налічувалось 200 млн. чоловік. Станом на 1.01.2013 р. в Україні кількість зареєстрованих хворих на цукровий діабет досягла 1 250 300 осіб, що становить 2667,6 на 100 тис. населення. У більшості хворих (90-95%) діагностують ЦД 2 типу, основою розвитку якого є генетична зумовленість, ожиріння, малорухливий спосіб життя. Ураження серцево-судинної системи є причиною 65-75% усіх випадків смерті серед пацієнтів цієї групи. Частота інфаркту міокарда і церебрального інсульту в 2-3 рази вища у хворих на ЦД.

Діабет відноситься до невиліковних хронічних захворювань. Проте, його можна контролювати, щодня спостерігаючи рівні глюкози в крові. Пацієнти з цукровим діабетом усвідомлюють важливість самоконтролю рівня цукру крові і, як правило, проводять його за допомогою індивідуальних глюкометрів, що надто важливе для попередження розвитку ускладнень захворювання. Але за даними досліджень рутинні точкові вимірювання в денний час не дозволяють адекватно оцінити амплітуду коливань цукру в крові протягом доби (як наприклад, дослідження Д. Ейнхорна з співавт.). Про необхідність проведення тривалого моніторингу глікемії для оцінки контролю вуглеводного обміну у хворих цукровим діабетом свідчать результати дослідження, проведеного Bruce W. Bode (USA, Atlanta).

Існуючі прилади для вимірювання рівня глюкози в крові можна розділити на три класи: інвазивні, мінімально інвазивні та неінвазивні.

Інвазивні прилади забезпечують найбільш точне вимірювання і є порівняно дешевими. Принцип дії таких приладів приблизно однаковий і зводиться до забору тим або іншими способом зразка крові з метою його подальшого аналізу. Вимірювання концентрації глюкози у зразку крові відбувається або з допомогою тест-смужок, або за допомогою біосенсорів. Широкого розповсюдження здобули портативні глюкометри для проведення вимірювань в домашніх умовах.

Мінімально інвазивні прилади проводять забір та аналіз внутрішньотканинної рідини, при цьому мінімально пошкоджуючи шкіру. В основному, прилади розрізняються за способом забору матеріалу. На даний момент тільки чотири мінімально інвазивні системи постійного моніторингу рівня глюкози в крові задовольняють вимоги FDA.

Це системи постійного моніторингу глюкози :

- «CGMS Gold» («Медтронік Мінімед», США) –використовується платиновий електрод;
- «Guardian Real-Time» («Медтронік Мінімед», США) – використовується сенсор, який вживляється під шкіру;

- «GlucoDay» («Менаріні Діагностико», Італія)- використовують катетер з ензимним фільтром;
- «GlucoWatch Biographer» («Сигнус», США) - працює на основі зворотнього іонофорезу.

Неінвазивні прилади проводять вимірювання безболісно і не травмують шкіру. Важливими характеристиками таких систем є точність і робочий діапазон. Точність деяких неінвазивних систем піддається впливу таких факторів, як підвищення температури тіла або довколишнього середовища, потовиділення та ін. Згідно з існуючими стандартами (європейській CE і американський FDA), допустимі абсолютні похибки вимірювань таких систем не повинні перевищувати 15%. Дуже важливою є портативність, простота використання приладу і його доступність для середньостатистичного споживача.

Одним із методів, що уможливорює ефективно проконтролювати глікемію та досить точно відкоригувати інсулінотерапію є тривалий моніторинг рівня глюкози в крові за допомогою системи тривалого моніторингу рівня глюкози Guardian REAL-Time.

Актуальним та важливим науковим завданням є удосконалення існуючої системи тривалого моніторингу рівня глюкози, а саме автоматизація обрахунку необхідної кількості інсуліну та автоматичне виставлення дози на ручці-шприцу, щоб уможливити використання приладу людьми з вадами зору.

Для цього розроблено алгоритм роботи мікроконтролера, який дозволяє автоматично обрахувати необхідну кількість інсуліну. Алгоритм передбачає три параметра, які вводяться пацієнтом, а також використання годинника монітору. Залежно від введених параметрів обраховується необхідну добову дозу інсуліну, яка буде розділена у пропорціях на ранішню та вечірню дозу.

Далі через канал зв'язку монітор передає дані про кількість інсуліну на мікроконтролер, який знаходиться в ручці-шприцу, після чого виставляється необхідна доза. Для автоматичного виставлення дози використовується електричний двигун. Також, дані про виставлену дозу відображаються на екрані ручки-шприца та озвучуються за допомогою динаміка.

Удосконалений прилад буде дуже зручним у користуванні, не буде потребувати додаткових затрат на розхідні матеріали, та спеціальних навичок. За допомогою цього приладу, можна якнайточніше відкоригувати інсулінотерапію та слідкувати за зміною рівня глюкози протягом тривалого часу.

Отримана удосконалена система тривалого моніторингу глюкози в крові людини може використовуватись особами різної вікової категорії, особливо це стосується людей з вадами зору, оскільки використовується автоматизований обрахунок необхідної кількості інсуліну.

Література:

1. Карпова Е. Значение непрерывного мониторинга гликемии у пациентов с сахарным диабетом: [Електронний ресурс]. - Режим доступа: http://www.celt.ru/articles/art/art_154.phtml
2. Материал из Википедии. Глюкометр: [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>
3. Massachusetts Institute of Technology: [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [Raman spectroscopy for measurement of blood analytes](http://www.mit.edu/~hms/raman_spectroscopy_for_measurement_of_blood_analytes)
4. Рубин, Алан Л. Диабет для «чайников» = Diabetes For Dummies — 2-е изд / Алан Л. Рубин. — М.: «Диалектика», 2006. — С. 496. — ISBN 0-7645-6820-5.